

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-081787  
 (43)Date of publication of application : 31.03.1998

(51)Int.Cl.

C08L 21/00  
 C08K 3/36  
 C08K 5/54  
 E01D 1/00  
 E01D 11/00  
 F16F 15/04

(21)Application number : 09-184171

(71)Applicant : SUMITOMO RUBBER IND LTD

(22)Date of filing : 09.07.1997

(72)Inventor : HARA SEIJI  
 SEKIDO FUMIO  
 SAKAKI TOSHIAKI

(30)Priority

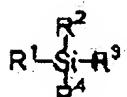
Priority number : 08180811 Priority date : 10.07.1996 Priority country : JP

## (54) VIBRATION-DAMPING MEMBER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a vibration-damping member comprising a substrate rubber having C-C bonds, silica as a reinforcing material and a specific silica compound in a specific ration, and used for damping bridge cable vibrations generated by the vibrations of traveling vehicles and winds.

**SOLUTION:** This vibration-damping member comprises 100 pts.wt. of a substrate rubber having C-C bonds in the main chain, 40-170 pts.wt. of silica as a reinforcing material, and a silane compound of the formula (at least one of R1-R4 is an alkoxy, a halogen; and the other are each H, an alkyl, an aryl) in an amount of 4-40 pts.wt. per 100 pts.wt. of the silica. The vibration-damping member is disposed between a structural member and a cable or between plural cables in a bridge having a structure in which the structural member is supported with the cables, thereby damping the generated vibration of the cables.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-81787

(43)公開日 平成10年(1998)3月31日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 08 L 21/00			C 08 L 21/00	
C 08 K 3/36			C 08 K 3/36	
5/54			5/54	
E 01 D 1/00			E 01 D 1/00	Z
11/00			11/00	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平9-184171	(71)出願人	000183233 住友ゴム工業株式会社 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号
(22)出願日	平成9年(1997)7月9日	(72)発明者	原 賢治 兵庫県明石市魚住町清水41番地の1 住友 ゴム魚住寮
(31)優先権主張番号	特願平8-180811	(72)発明者	関堂 文雄 兵庫県明石市大久保町高丘7丁目13番地2 号
(32)優先日	平8(1996)7月10日	(72)発明者	柳 俊明 兵庫県加古川市尾上町差田1319番地の2
(33)優先権主張国	日本 (JP)	(74)代理人	弁理士 亀井 弘勝 (外1名)

(54)【発明の名称】 制振部材

(57)【要約】

【課題】 ケーブル長の長い長大橋においても十分な制振性能を発揮するとともに、特性の温度依存性が小さく、とくに低温での使用にも適した、ゴム製の制振部材を提供する。

【解決手段】 主鎖にC-C結合を有する基材ゴム100重量部に対して、補強剤としてのシリカ40~170重量部と、上記シリカ100重量部あたり4~40重量部の、一般式(1)で表されるシラン化合物とを配合したゴム組成物を加硫成形して制振部材とした。

【化1】



〔式中、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>およびR<sup>4</sup>のうちの少なくとも1つはアルコキシ基、またはハロゲン原子を示し、他は同一または異なって水素原子、アルキル基またはアリール基を示す。〕

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】構造物をケーブルで支えた構造を有する橋りょうの、上記構造物とケーブルとの間、または複数のケーブルの間に介設されて、ケーブルに発生する振動を減衰するため用いられる制振部材であって、主鎖にC-C結合を有する基材ゴム100重量部に対して、補強剤としてのシリカ40~170重量部と、上記シリカ100重量部あたり4~40重量部の、一般式：

【化1】



〔式中、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>およびR<sup>4</sup>のうちの少なくとも1つはアルコキシ基、またはハロゲン原子を示し、他は同一または異なる水素原子、アルキル基またはアリール基を示す。〕で表されるシラン化合物とを含有するゴム組成物を加硫成形して形成されたことを特徴とする制振部材。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、風や走行車両の振動などの影響で発生する、斜張橋や吊り橋などの橋りょうの、ケーブルの振動を減衰するための制振部材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】橋りょうのうち斜張橋や吊り橋などは、剛性の低い柔構造に設計された橋桁などの構造物を、複数本のケーブルで支えた構造を有しており、上記ケーブルの、振動に対する安定性が、設計上の重要な要素となっている。ケーブルの振動の主たる原因としては、風と、橋上を走行する車両の振動があげられる。

【0003】このうち前者の、風の影響を低減すべく、とくに斜張橋においては、ケーブル自体の断面形状を空気力学的に安定化する対策が施されている。また近時、斜張橋や吊り橋などで、複数のケーブル同士をワイヤなどで結合したり、あるいはケーブルに機械的な制振装置を設けたりして、上記風や走行車両などの影響で発生するケーブルの振動を減衰する試みがなされている。

【0004】上記のうち後者の制振装置の具体例としては、たとえばオイルダンバや、あるいは液状の粘弾性物質を利用した粘性せん断型のダンバなどがあげられる。しかし、上記オイルダンバに使用するオイルや、あるいは粘性せん断型のダンバに使用する液状の粘弾性物質は温度依存性が大きく、温度の変化によって流動性や粘弾性が変動しやすいため、屋外の、しかも橋上という環境変化の激しい場所では、環境条件によって制振性能に不安定化を生じるという問題があった。

【0005】そこで近時、上記オイルなどのように温度依存性が大きくなく、温度の変化によって特性が変動し

にくいゴムの加硫成形体を制振部材として使用した制振装置が提案された（たとえば特開平6-136718号公報、特開平7-119115号公報など）。上記の制振装置は、上述したように温度の変化によって特性が変動しにくいゴムの加硫成形体を制振部材として使用しているため、制振性能を安定化できる上、オイルダンバなどに比べて装置の全体を小型化できるため、橋の美観の点でもすぐれている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述したゴムの加硫成形体を制振部材として使用した制振装置は、ケーブル長が比較的に短い場合には十分な性能を発揮するが、ケーブル長が長くなると、オイルダンバなどに比べて十分な制振性能を発揮できないことが、発明者らの検討により明らかとなった。

【0007】つまり通常のゴムの加硫成形体は、小振幅の振動に対しては十分なエネルギーの吸収能力（減衰能力）を発揮するが、大振幅の振動に対しては十分な減衰能力を発揮できないため、とくにケーブル長が長い場合に、十分な制振性能を発揮できないのである。またゴムの加硫成形体を制振部材として使用した制振装置は、温度の変化によって特性が変動しにくい旨、先に記載したが、たとえば0°C以下の低温では、通常のゴムの加硫成形体は、急激に弾性を失って硬くかつ脆くなってしまうため、とくに低温での使用に適さないことも明らかとなつた。

【0008】この発明の目的は、上述した問題点を解消して、ケーブル長の長い長大橋においても十分な制振性能を発揮するとともに、特性の温度依存性が小さく、とくに低温での使用にも適した、ゴム製の制振部材を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため発明者は、制振部材としてのゴムの加硫成形体を構成するゴム組成物の組成について種々検討した結果、補強剤としてのシリカを、従来に比べて多量に配合するとともに、かかる多量のシリカの配合によるゴム組成物のムーニー粘度の上昇を抑えてその加工性を高めるべく、当該シリカと基材ゴムとの親和性を改善するために、一般式：

【0010】

【化2】



【0011】〔式中、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>およびR<sup>4</sup>のうちの少なくとも1つはアルコキシ基、またはハロゲン原子を示し、他は同一または異なる水素原子、アルキル基またはアリール基を示す。〕で表されるシラン化合物

を配合すればよいことを見出した。また発明者は、上記の制振部材を、前記の各公報に記載のように斜張橋や吊り橋などの、構造物をケーブルで支えた構造を有する橋りょうの、上記構造物とケーブルとの間に介設する他に、これまで単にワイヤなどで結合していた複数のケーブルの間に介設しても、同様の制振性能を発揮しうることを見出し、この発明を完成するに至った。

【0012】すなわちこの発明は、構造物をケーブルで支えた構造を有する橋りょうの、上記構造物とケーブルとの間、または複数のケーブルの間に介設されて、ケーブルに発生する振動を減衰するために用いられる制振部材であって、主鎖にC-C結合を有する基材ゴム100重量部に対して、補強剤としてのシリカ40～170重量部と、上記シリカ100重量部あたり4～40重量部の、前記一般式(1)で表されるシラン化合物とを含有するゴム組成物を加硫成形して形成されたことを特徴とするものである。

【0013】上記構成からなるこの発明の制振部材において、シリカの配合量が上記範囲に限定されるのは、以下の理由による。すなわち、基材ゴム100重量部に対するシリカの配合量が40重量部未満では、シリカによる補強効果が不十分となって、制振部材が、大振幅の振動に対して十分な減衰能力を発揮できないものとなってしまうとともに、とくに0°C以下の低温で、急激に弾性を失って硬くかつ脆くなってしまうという問題を生じる。

【0014】また逆に、基材ゴム100重量部に対するシリカの配合量が170重量部を超えた場合には、たとえ前記一般式(1)で表されるシラン化合物を多量に配合しても、均一なゴム組成物とはならず、制振部材を製造できなくなってしまう。またこの発明の制振部材において、一般式(1)で表されるシラン化合物の配合量が前記の範囲に限定されるのは、以下の理由による。

【0015】すなわち、シリカ100重量部あたりのシラン化合物の配合量が4重量部未満では、シリカと基材ゴムとの親和性が不十分となって、ゴム組成物のムーニー粘度が上昇して、加工性が低下するという問題を生じる。また場合によっては、基材ゴム加硫のための加硫剤(主にいおう)や加硫促進剤などが、シリカ表面のシラノール基に吸着されてしまい、基材ゴムを十分に加硫させるために、通常よりも時間がかかるという問題を生じるおそれもある。

【0016】また逆に、シリカ100重量部あたりのシラン化合物の配合量が40重量部を超えて、それ以上のシラン化合物の添加効果がえられないだけでなく、過剰のシラン化合物が制振部材の表面に析出するという問題をも生じる。なお前記先願公報(特開平7-119115号公報)には、シラン化合物でなくカップリング剤を添加することが開示されているが、かかるカップリング剤は、シリカだけでなく基材ゴムとも化学結合するた



【0019】(式中、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>およびR<sup>4</sup>のうちの少なくとも1つはアルコキシ基、またはハロゲン原子を示し、他は同一または異なって水素原子、アルキル基またはアリール基を示す。)で表されるシラン化合物とを含有するゴム組成物の加硫成形により形成される。上記のうち基材ゴムとしては、主鎖にC-C結合を有する種々のゴムがいずれも使用可能である。具体的には天然ゴム(NR)の他、イソブレンゴム(IR)、ブタジエンゴム(BR)、スチレン-ブタジエン共重合ゴム(SBR)、エチレン-プロピレン共重合ゴム(EP)M)、アクリロニトリル-ブタジエン共重合ゴム(NBR)、ブチルゴム(IIR)などがあげられる。これらはそれぞれ単独で使用される他、2種以上を併用することもできる。

【0020】上記の基材ゴムに配合されるシリカとしては、ゴムの補強剤として使用される、親水性あるいは疎水性の種々のシリカが使用可能である。上記シリカの配合量は、基材ゴム100重量部に対して40～170重量部に限定される。この理由は前述したとおりである。なおシリカの配合量は、制振部材によるケーブルの振動減衰作用を考慮すると、上記範囲内でもとくに60～140重量部であるのが好ましい。

【0021】前記一般式(1)で表されるシラン化合物において、R<sup>1</sup>～R<sup>4</sup>に相当するアルコキシ基としては、C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>Oで表される種々の炭素数のものがあげられるが、とくに炭素数が1～2であるメトキシ、エトキシが好ましいものとしてあげられる。またハロゲン原子としては、ふっ素、塩素、臭素などがあげられる。

【0022】アルキル基としては、C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>で表される種々の炭素数のものがあげられるが、とくにその炭素数は1～20程度であるのが好ましい。かかるアルキル基としては、たとえばメチル、エチル、n-ブロビル、イソブロビル、n-ブチル、イソブチル、第2級ブチル、第3級ブチル、ベンチル、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ウンデシル、ドデシルなどが

あげられる。

【0023】またアリール基としては、たとえばフェニル、トリル、キシリル、ビフェニリル、o-テルフェニル、ナフチル、アントリル、フェナントリルなどがあげられる。かかるシラン化合物の具体例としては、これに限定されないがたとえば、n-ヘキシルトリメトキシシラン、トリエトキシフェニルシラン、ジエトキシジメチルシラン、ジメチルジクロロシラン、メチルジクロロシランなどがあげられる。

【0024】上記シラン化合物の配合量は、シリカ100重量部あたり4~40重量部に限定される。この理由は前述したとおりである。なお、シラン化合物の配合量は、当該シラン化合物の添加による、シリカと基材ゴムとの親和性の向上作用を考慮すると、上記範囲内でもとくに10~25重量部であるのが好ましい。

【0025】ゴム組成物には上記以外にもたとえば、加硫剤、加硫促進剤、加硫促進助剤、加硫遮延剤、シリカ以外の補強剤、充てん剤、軟化剤、可塑剤、粘着性付与剤その他、各種の添加剤を添加してもよい。上記のうち加硫剤としては、たとえば硫黄、有機含硫黄化合物、有機過酸化物などがあげられ、このうち有機含硫黄化合物としては、たとえばN,N'-ジチオビスモルホリンなどがあげられ、有機過酸化物としては、たとえばベンゾイルペルオキシド、ジクミルペルオキシドなどがあげられる。

【0026】また加硫促進剤としては、たとえばテトラメチルチウラムジスルフィド、テトラメチルチウラムモノスルフィドなどのチウラム系加硫促進剤；ジブチルジチオカーバミン酸亜鉛、ジエチルジチオカーバミン酸亜鉛、ジメチルジチオカーバミン酸ナトリウム、ジエチルジチオカーバミン酸テルルなどのジチオカーバミン酸類；2-メルカブテンゾチアゾール、N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアゾールスルフェンアミドなどのチアゾール類；トリメチルチオ尿素、N,N'-ジエチルチオ尿素などのチオウレア類などの有機促進剤や、あるいは消石灰、酸化マグネシウム、酸化チタン、リサージ(PbO)などの無機促進剤があげられる。

【0027】加硫促進助剤としては、たとえばステアリン酸、オレイン酸、綿実脂肪酸などの脂肪酸や、あるいは亜鉛華などの金属酸化物などがあげられる。加硫遮延剤としては、たとえばサリチル酸、無水タル酸、安息香酸などの芳香族有機酸；N-ニトロソジフェニルアミン、N-ニトロソ-2,2,4-トリメチル-1,2-ジハイドロキノン、N-ニトロソフェニル-β-ナフチルアミンなどのニトロソ化合物などがあげられる。

【0028】上記加硫剤、加硫促進剤、加硫促進助剤および加硫遮延剤は、その合計の配合量が、基材ゴム100重量部に対して4~15重量部程度であるのが好ましい。老化防止剤としては、たとえば2-メルカブテンゾイミダゾールなどのイミダゾール類；フェニル-

α-ナフチルアミン、N,N'-ジ-β-ナフチル-p-フェニレンジアミン、N-フェニル-N'-イソプロピル-p-フェニレンジアミンなどのアミン類；ジ-β-ブチル-p-クレゾール、スチレン化フェノールなどのフェノール類などがあげられる。

【0029】老化防止剤の配合量は、基材ゴム100重量部に対して1.5~5重量部程度が好ましい。シリカ以外の補強剤としては主にカーボンブラックが使用される他、ケイ酸塩系のホワイトカーボン、亜鉛華、表面処理沈降性炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、タルク、クレーなどの無機補強剤や、あるいはクマロンインデン樹脂、フェノール樹脂、ハイスクレン樹脂（スチレン含有量の多いスチレン-ブタジエン共重合体）などの有機補強剤も使用できる。

【0030】また充てん剤としては、たとえば炭酸カルシウム、クレー、硫酸バリウム、珪藻土などがあげられる。上記シリカ以外の補強剤および/または充てん剤の配合量は、基材ゴム100重量部に対して5~50重量部程度が好ましい。軟化剤としては、たとえば脂肪酸（ステアリン酸、ラウリン酸など）、綿実油、トール油、アスファルト物質、パラフィンワックスなどの、植物油系、鉱物油系、および合成系の各種軟化剤があげられる。

【0031】軟化剤の配合量は、基材ゴム100重量部に対して10~100重量部程度が好ましい。可塑剤としては、たとえばジブチルフタレート、ジオクチルフタレート、トリクレジルフォスフェートなどの各種可塑剤があげられる。可塑剤の配合量は、基材ゴム100重量部に対して5~20重量部程度が好ましい。

【0032】さらに粘着性付与剤としては、たとえばクマロン・インデン樹脂、芳香族系樹脂、芳香族・脂肪族混合系樹脂、ロジン系樹脂、シクロヘキサン系樹脂などがあげられる。粘着性付与剤の配合量は、基材ゴム100重量部に対して5~50重量部程度であるのが好ましい。

【0033】上記以外にも、ゴム組成物にはたとえば分散剤、溶剤などを適宜配合してもよい。ゴム組成物は、上記の各成分を、たとえば密閉式混練機などを用いて混練することで製造される。そして制振部材は、たとえば上記ゴム組成物をローラーヘッド押出機などを用いてシート状に成形し、所定の形状を有するようにこのシートを打ち抜いた後、打ち抜いたシートを、所定の厚みを有するように複数枚、積層した状態で、所定の型内で加熱して加硫成形するなどして製造される。

【0034】なお上記制振部材は屋外で使用されるものであるため、その耐候性を向上すべく、その外周面が、耐候性にすぐれた被覆層によって被覆されていてよい。上記被覆層を構成する、耐候性にすぐれた材料としては、これに限定されないがたとえば、バラメチルスチレン-イソブチレン共重合体の臭素化物や、ブチルゴ

ム、ハロゲン化ブチルゴム、エチレン-プロピレン共重合ゴムなどがあげられる。

【0035】被覆層は、たとえば加硫前の前記積層体の外周面に、上記の材料からなる未加硫のシートを巻きつけておいて、加硫成形と同時に、シート自体の加硫と積層体への接着とを行うことで形成すればよい。上記との発明の制振部材は、たとえば図3(a)に示す斜張橋B1や、あるいは同図(b)に示す吊り橋B2などの橋りょうに設けられた制振装置1に組み込まれて使用される。

【0036】このうち図(a)の斜張橋B1の制振装置1は、当該図にみるように、剛性の低い柔構造に設計された橋桁2などの構造物を支えるべく、主塔4から張設された複数本のケーブル3と、上記橋桁2などとの間に介設されたものであって、より詳しくは図1(a)(b)に示す例のような構造を有している。すなわち図の例の制振装置1は、複数個(図では6個)の制振部材10を備えており、当該制振部材10を、たとえば橋桁2などの、斜張橋B1の構造物に設けた、ケーブル3の基礎部を固定するための固定部21の、上記ケーブル3が突出した先端部に、ケーブル3の周囲を等距離、等間隔で囲むように配置するとともに、上記ケーブル3の途中に固定した、制振部材10と同数の振動伝達部材11によって、ケーブル3に発生する振動を各制振部材10に伝えて、当該各制振部材10によって減衰するようにしたものである。

【0037】なおケーブル3の振動は、上下、左右、斜めなど、ケーブル3の周囲の全周方向に発生するので、図の例では、各方向の振動を均等に減衰するために、6個の制振部材10と、振動伝達部材11とを、ケーブル3の周囲を等距離、等間隔で囲むように配置しているが、制振部材10の数は5個以下であってもよく、7個以上であってもよい。

【0038】各制振部材10は、図の例の場合、前述した未加硫のゴム組成物から当該制振部材10を加硫成形する際に同時に加硫接着した、一対の固定金具12、13を備えており【図5(a)(b)参照】、このうち下側の固定金具12を、1枚のリング体14上に等距離、等間隔で固定し、このリング体14を、固定部21の先端部に被せて固定した有底円筒状のベース15に固定することで、上記固定部21の先端部に、前記のようにケーブル3の周囲を等距離、等間隔で囲むように配置されている。

【0039】また振動伝達部材11は、略L字状に形成したものの先端部に、上記制振部材10の上側の固定金具13を固定するとともに、基端部を、ケーブル3の周囲に、締めリング16によって締めつけることで、当該ケーブルの途中に固定されている。なお図5(a)(b)において符号13aは、上側の固定金具13に設けた、当該固定金具13を振動伝達部材11の先端に固定するためのボルトが挿通されるねじ穴を示している。図示してい

ないが、かかるねじ穴は、下側の固定金具12にも形成されており、当該固定金具12を、リング体14に固定するためのボルトを挿通するために用いられる。

【0040】さらに図の例では、上記の各部が風雨に曝されるのを防ぐとともに、斜張橋B1の外観を向上するために、ベース15とケーブル3との間にカバー17が張設されている。つぎに、図3(b)に示した吊り橋B2の制振装置1は、当該図にみるように、剛性の低い柔構造に設計された橋桁5などの構造物を支えるべく、一対の主塔7、7間などに張設されたメインケーブル8から張設された複数本のケーブル6と、上記橋桁5などとの間に介設されたものであって、より詳しくは図2に示す例のような構造を有している。

【0041】すなわち図の例の制振装置1は、基本的に先の図1(a)(b)のものと同様の構造であって、複数個の制振部材10を備えており、当該制振部材10を、たとえば橋桁5などの、吊り橋B2の構造物に設けた、ケーブル6の基礎部を固定するための固定部51の、上記ケーブル6が突出した先端部に、ケーブル6の周囲を等距離、等間隔で囲むように配置するとともに、上記ケーブル6の途中に固定した、制振部材10と同数の振動伝達部材11によって、ケーブル6に発生する振動を各制振部材10に伝えて、当該各制振部材10によって減衰するようにしたものである。

【0042】制振部材10自体の構造も、先のものとかわらない。すなわち図5(a)(b)にみるように、前述した未加硫のゴム組成物から当該制振部材10を加硫成形する際に同時に加硫接着した、一対の固定金具12、13を備えている。上記の制振部材10は、やはり先のものと同様に、下側の固定金具12を、1枚のリング体14上に等距離、等間隔で固定し、このリング体14を固定部51の先端部に固定することで、上記固定部51の先端部に、前記のようにケーブル6の周囲を等距離、等間隔で囲むように配置されている。

【0043】また振動伝達部材11は、略L字状に形成したものの先端部に、上記制振部材10の上側の固定金具13を固定するとともに、基端部を、ケーブル3の周囲に、締めリング16によって締めつけることで、当該ケーブルの途中に固定されている。なお図の例における制振部材10の個数は、これも先のものと同様に6個であってもよく、5個以下、あるいは7個以上であってもよい。また図示していないが、上記の各部が風雨に曝されるのを防ぐとともに、吊り橋B2の外観を向上するために、カバーを張設してもよい。

【0044】なお、図の制振装置に使用する制振部材は、図示の円柱状には限定されず、たとえば角柱状や、あるいは中央が膨らんだ樽状、逆に中央が締まった鼓状などの、種々の形状とすることができます。また、この発明の制振部材は、以上で説明した図の制振装置以外の、たとえば特開平6-136718号公報に開示された制

振装置などに組み込んで使用してもよい。その場合には制振部材を、装置の形状に適した形状とすればよい。

【0045】また、前述したようにこの発明の制振部材は、上記のような制振装置に組み込むだけでなく、たとえば図4(a)(b)に示すように、これまで単にワイヤなどで結合していた、吊り橋B2の、隣接して張設された2本のケーブル6間に介設しても、制振性能を発揮することができる。詳しくは、これまでのものと違って薄い円板状に形成された制振部材10を複数枚(図では2枚)、その両側に設けた一对の固定部10aを介して、図中破線で示すようにねじなどによって、一对の固定具17の固定板17a間に固定するとともに、両固定具17の固定リング17bを、これも図中破線で示すようにねじなどによって締めつけて、隣接して張設された2本のケーブル6のそれぞれに固定することで、上記制振部材10が、2本のケーブル6間に介設される。なお図において符号10bは、ケーブル6の振動による制振部材10の変形を助けるための通孔である。

【0046】なお上記の制振部材10は、吊り橋B2だけでなく、斜張橋B1の、隣接して張設されたケーブル3間に介設して使用することもできる。その他、この発明の要旨を変更しない範囲で、種々の変更を施すことができる。

【0047】

【実施例】以下にこの発明の制振部材を、実施例、比較例に基づいて説明する。

実施例1

《ゴム組成物の作製》基材ゴムとして、天然ゴム(SMR CV60)とイソブレンゴム〔シェル化学(株)製のIR309〕とを、重量比で60:40の割合で用い、この基材ゴム100重量部に対して、補強剤としてのシリカ〔日本シリカ(株)製のニブシリVN3〕70重量部およびカーボンブラックLS-1SAF〔三菱化学(株)製のダイヤブラックL1〕50重量部と、シラン化合物としてのn-ヘキシルトリメトキシシラン〔信越化学(株)製のKBM3063〕14重量部と、下記の各成分とを配合し、密閉式混練機で混練してゴム組成物を作製した。

【0048】

(成 分)	(重量部)
・軟化剤 アロマオイル	10
〔ジャパンエナジー(株)製のJOMO X100E〕	
・老化防止剤 2-メルカブトベンゾイミダゾール	2
〔大内新興化学(株)製のノクラックMB〕	
・加硫剤 粉末硫黄〔鶴見化学(株)製〕	1
・加硫促進剤 N-tert-ブチル-2-ベンゾチアゾリル	
スルフェンアミド	1
〔大内新興化学(株)製のノクセラ-NS〕	
テトラブチルチウラムジスルフィド	1
〔大内新興化学(株)製のノクセラ-TBT-n〕	
・加硫促進助剤 亜鉛華〔東邦亜鉛(株)製の銀嶺R〕	3
ステアリン酸〔日本油脂(株)製の桐〕	1
・加硫遮延剤 サントガードPV1	0.3
〔モンサント(株)製〕	

《制振部材の製造》上記のゴム組成物を、ローラーへッド押出機を用いて、厚み3.0mm、幅300mmのシート状に押出成形した後、外径75mmでかつその中心に直径1mmの位置合わせのための穴を有する円盤状に打ち抜いた。

【0049】つぎに上記の円盤を14枚、中心の穴を利用して位置合わせしつつ重ね、さらにその上下に、加硫接着剤を介して、一对の固定金具〔鋼板製、外径100mm、厚み1mm〕を積層、圧着するとともに、積層体の外周面に、バラメチルスチレン-イソブチレン共重合体の臭素化物〔エクソン化学(株)製のEXXPROE MDX 89-4〕からなる、厚み2mmのシートを巻きつけた状態で、外径77mm、高さ40mmの円柱状の制振部材を製造するための型内に仕込んで、加硫圧200kgf/cm<sup>2</sup>、加硫温度150°Cの条件で所定時間、加硫して、図5(a)(b)に示すように上下に固定金具12、13が加硫接着された制振部材10を製造した。

【0050】実施例2

基材ゴムとして天然ゴムを使用せず、イソブレンゴムのみを100重量部、使用したこと以外は実施例1と同様にしてゴム組成物を作製し、かかるゴム組成物から実施例1と同様にして制振部材を製造した。

比較例1～3

基材ゴムとしての天然ゴムとイソブレンゴムとの割合を、重量比で65:35に変更するとともに、補強剤としてのシリカと、シラン化合物としてのn-ヘキシルトリメトキシシランとを配合せず、これらの成分に代えて、粘着性付与剤としてのロジン変性マレイン酸樹脂〔ハリマ化成(株)製のハリマックR100〕48重量

部(比較例1)、シクロペニタジエン系樹脂〔エクソン(株)製のエスコレッソ8180〕48重量部(比較例2)、または芳香族系樹脂〔日本石油化学(株)製の日本ネオポリマー130〕48重量部を配合したこと以外は実施例1と同様にしてゴム組成物を作製し、かかるゴム組成物から実施例1と同様にして制振部材を製造した。

## 【0051】せん断動的粘弾性試験

30ton/10ton二軸動的試験機〔東京衡機(株)製〕を用いて、実施例、比較例で製造した各制振部材のせん断動的粘弾性特性を測定した。すなわち、測定温度20°Cまたは-10°Cの条件下、図5(a)(b)に示すように、実施例、比較例で製造した各制振部材10の下側の固定金具12を固定した状態で、図中黒矢印で示す制振部材10の軸方向に75kgf/cm<sup>2</sup>の面圧をかけつつ、上側の固定金具13を、図中白矢印で示す制振部材の軸方向と直交する方向(水平方向)に繰り返し変位させて、制振部材10をせん断変形させた。

【0052】せん断変形は、上側の固定金具13の、上記水平方向の変位量d(mm)と、制振部材10の高さt(=40mm)とから、下記式(i)：

【0053】

【数1】

$$D(\%) = \frac{d}{t} \times 100 \quad (i)$$

【0054】によって求められる伸びD(%)の最大値が5%となる水平変位を周波数2.0Hzで3サイクル繰り返し行い、ついで上記伸びDの最大値を12.5%、25%、50%、100%、150%および200%に順次増加させた水平変位を、それぞれ周波数2.0Hzで3サイクル繰り返し行なった。そして、上記一連の水平変位をせん断変形の1ルーチンとして、2ルーチン目の、伸びDの最大値が12.5%および50%である水平変位のうち3サイクル目の水平変位における、伸びD(%)と水平荷重との関係を測定した。

【0055】つぎに、上記のようにして測定した、図6に示す伸びDと水平荷重との関係を示すヒステリシスループ曲線から、下記式(ii)：

【0056】

【数2】

$$h_e = \frac{1}{2\pi} \times \frac{\Delta W}{W} \quad (ii)$$

【0057】により、等価減衰定数h<sub>e</sub>を求めた。なお、上記式(ii)中の△Wは、変位1サイクルあたりの損失エネルギー(図6においてヒステリシスループ曲線で囲まれた領域の面積)を示し、Wは、最大振幅に至るまでに蓄積された弾性歪みエネルギー(図6において斜線の領域の面積)を示す。また図6中のFは、最大伸び時

(この場合は伸びD=12.5%または50%)の水平荷重を示す。さらに図6中の曲線は、所定の伸び時ににおけるヒステリシスループ曲線上のa点の水平荷重とc点の水平荷重との中間点(b点)を、伸びなし時(D=0%)から最大伸び時(D=12.5%または50%)までの全範囲で求めてプロットした曲線である。

【0058】また、上記図6のヒステリシスループ曲線のうち水平変位Dの最大値(この場合は12.5%)と、この最大水平変位時の水平荷重Fとから、下記式(iii)：

【0059】

【数3】

$$Kh = \frac{F}{D} \quad (iii)$$

【0060】により水平ばね定数Khを求め、この水平ばね定数Khと、制振部材10の高さt(=40mm)と、制振部材10の水平方向の断面積A(=4184.6mm<sup>2</sup>)とから、下記式(iv)：

【0061】

【数4】

$$G = \frac{Kh \times t}{A} \quad (iv)$$

【0062】によりせん断弾性率Gを求めた。なお制振部材10の断面積Aは、当該制振部材10の外径(=77mm)から求められる見かけの断面積から、被覆層(厚み2mm)の部分の断面積と、中心の位置合わせの穴(直径1mm)の部分の断面積とを減算した。実質的に制振部材として機能する部分の断面積である。そして、上記せん断動的粘弾性試験の結果のうち、測定温度20°Cにおける、最大伸び12.5%時の等価減衰定数h<sub>e1,1</sub>と、最大伸び50%時の等価減衰定数h<sub>e1,0</sub>との比h<sub>e1,0</sub>/h<sub>e1,1</sub>を求めて、制振部材の、大振幅の振動に対する減衰能力を評価した。つまり、上記比が大きいほど、制振部材は、大振幅の振動に対する減衰能力にすぐれるものと評価される。

【0063】また前記結果のうち、測定温度20°Cにおけるせん断弾性率G<sub>1,1</sub>と、測定温度-10°Cにおけるせん断弾性率G<sub>1,0</sub>との比G<sub>1,0</sub>/G<sub>1,1</sub>を求めて、制振部材の特性の温度依存性を評価した。つまり、上記比が小さいほど、制振部材は温度依存性が小さく、とくに低温での使用に適するものと評価される。さらに、前記結果のうち測定温度20°Cにおける、最大伸び12.5%時の等価減衰定数h<sub>e1,1</sub>を、実施例2の値を100とした指数で示して、その大小により、制振部材の減衰能力を評価した。つまり、上記指数が大きいほど、制振部材は減衰能力にすぐれるものと評価される。

【0064】以上の結果を表1に示す。なお表中、シラン化合物の欄の括弧内の数字は、当該シラン化合物の量

を、シリカ100重量部あたりの配合量(重量部)に換算した値を示している。

\* [0065]

\* [表1]

	実施例1	実施例2	比較例1	比較例2	比較例3
基材ゴム	NR:IR 60:40	IR 100	NR:IR 60:40	NR:IR 60:40	NR:IR 60:40
シリカ	70	70	—	—	—
シラン 化合物	14 (20)	14 (20)	—	—	—
粘着性 付与剤	—	—	48	48	48
<del>h<sub>e</sub></del> <del>h<sub>e12.5</sub></del>	1.14	1.13	0.87	0.81	0.92
<del>G<sub>10</sub></del> <del>G<sub>20</sub></del>	1.38	1.43	1.90	1.83	2.02
h <sub>e12.5</sub>	0.201	0.212	0.142	0.083	0.138
h <sub>e</sub> 指數	95	100	67	39	65

[0066] 表1より、この発明の構成である実施例1、2の制振部材はともに、シリカとシラン化合物とを含有しない従来の制振部材である比較例1～3のものに比べて、比  $h_{e,0}/h_{e,12.5}$  が大きいことから、大振幅の振動に対する減衰能力にすぐれることができた。しかも上記実施例1、2では比  $h_{e,0}/h_{e,12.5}$  が1よりも大きいことから、従来の制振部材では小振幅の振動に対する減衰能力に比べて低下していた、大振幅の振動に対する減衰能力が、実施例1、2の制振部材ではかえって大きくなることもわかった。

[0067] また上記実施例1、2の制振部材はともに、比較例1～3のものに比べて、最大伸び12.5%時の等価減衰定数  $h_{e12.5}$  が大きいことから、減衰能力自体も大きいことがわかった。さらに実施例1、2の制振部材はともに、比較例1～3のものに比べて、比  $G_{-10}/G_{20}$  が小さいことから、特性の温度依存性が小さく

※く、とくに低温での使用に適したものであることがわかった。

[0068] 実施例3～5、比較例4、5

基材ゴムとしてブタジエンゴム(旭化成(株)製のBR55F)100重量部を使用し、かつ補強剤としてのシリカの配合量を100重量部、カーボンブラックの配合量を30重量部に変更するとともに、シラン化合物の配合量を、3重量部(比較例4)、5重量部(実施例3)、20重量部(実施例4)、40重量部(実施例5)、または45重量部(比較例5)としたこと以外は実施例1と同様にしてゴム組成物を作製し、かかるゴム組成物から実施例1と同様にして制振部材を製造した。

[0069] 上記各実施例、比較例について前記と同様の評価を行った。結果を表2に示す。

[0070]

[表2]

	比較例4	実施例3	実施例4	実施例5	比較例5
基材ゴム	BR 100	BR 100	BR 100	BR 100	BR 100
シリカ	100	100	100	100	100
シラン 化合物	3 (3)	5 (5)	20 (20)	40 (40)	45 (45)
<del>h<sub>e</sub></del> <del>h<sub>e12.5</sub></del>	1.01	1.02	1.13	1.18	1.17
<del>G<sub>10</sub></del> <del>G<sub>20</sub></del>	1.22	1.21	1.31	1.25	1.28
h <sub>e12.5</sub>	0.265	0.250	0.200	0.195	0.187
h <sub>e</sub> 指數	125	118	94	92	88

[0071] 表2より、実施例3～5および比較例4、5の制振部材はいずれも、前記比較例1～3のものに比

べて、減衰能力自体が大きく、かつ大振幅の振動に対する減衰能力にすぐれるとともに、特性の温度依存性が小

さく、とくに低温での使用に適したものであることがわかったが、このうちシラン化合物の配合量がこの発明で規定した範囲未満であった比較例4は、ゴム組成物のムーニー粘度が高すぎて、加工が容易でなかった。またシラン化合物の配合量がこの発明で規定した範囲を超えた比較例5は、表面の被覆層を剥したところ、過剰のシラン化合物が析出しているのが確認された。

## 【0072】実施例6、7

基材ゴムとしてブタジエンゴム100重量部を使用し、かつ補強剤としてのシリカの配合量を80重量部、カーボンブラックの配合量を20重量部に変更するとともに、シラン化合物の配合量を16重量部としたこと以外は実施例1と同様にしてゴム組成物を作製し、かかるゴム組成物から実施例1と同様にして制振部材を製造した。なおシラン化合物として、実施例6は、前記各実施例と同じn-ヘキシリトリメトキシシランを使用したが、実施例7は、トリエトキシフェニルシラン【信越化学(株)製のKBE103】を使用した。

## 【0073】実施例8

基材ゴムとして天然ゴム(SMR CV60)100重量部を使用し、かつ補強剤としてカーボンブラックを配合せず、シリカのみを135重量部配合するとともに、シラン化合物としてジエトキシジメチルシラン【信越化学(株)製のKBE22】33重量部を配合し、さらに加硫剤である硫黄の配合量を1.5重量部、加硫促進剤であるノクセラーTBT-nの配合量を0.7重量部に変更したこと以外は実施例1と同様にしてゴム組成物を作製し、かかるゴム組成物から実施例1と同様にして制振部材を製造した。

【0074】上記各実施例について前記と同様の評価を行った。結果を表3に示す。

## 【0075】

## 【表3】

	実施例6	実施例7	実施例8
基材ゴム	BR 100	BR 100	NR 100
シリカ	80	80	135
シラン 化合物	16 (20)	16 (20)	33 (24.4)
粘着性 付与剤	—	—	24
<del>he<sub>12.5</sub></del> he <sub>12.5</sub>	1.19	1.30	1.12
<del>G-10</del> G <sub>10</sub>	1.26	1.21	1.51
he <sub>12.5</sub>	0.160	0.211	0.321
he指数	75	100	151

【0076】表3より、実施例6～8の制振部材はいずれも、前記比較例1～3のものに比べて、減衰能力自体が大きく、かつ大振幅の振動に対する減衰能力にすぐれるとともに、特性の温度依存性が小さく、とくに低温での使用に適したものであることがわかった。

## 【0077】

【発明の効果】以上、詳述したようにこの発明によれば、ケーブル長の長い長大橋においても十分な制振性能を発揮するとともに、特性の温度依存性が小さく、とくに低温での使用にも適した、ゴム製の制振部材を提供することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】同図(a)は、この発明の制振部材が組み込まれた制振装置の一例の部分切り欠き正面図、同図(b)は、上記制振装置の断面図である。

【図2】この発明の制振部材が組み込まれた制振装置の他の例の部分切り欠き正面図である。

【図3】同図(a)は、図1(a)(b)の制振装置を組み込んだ斜張橋の正面図、同図(b)は、図2の制振装置を組み込んだ吊り橋の正面図である。

【図4】同図(a)は、この発明の制振部材を、吊り橋のケーブルの間に介設した状態を示す正面図、同図(b)は平面図である。

【図5】この発明の実施例、比較例で作製した制振部材を示す図であって、同図(a)は正面図、同図(b)は平面図である。

【図6】せん断動的粘弾性試験によってえられた、制振部材の水平変位と、水平荷重との関係を示すヒステリシスループ曲線の一例を示すグラフである。

## 【符号の説明】

10 制振部材

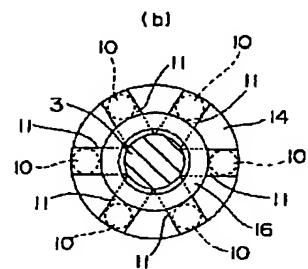
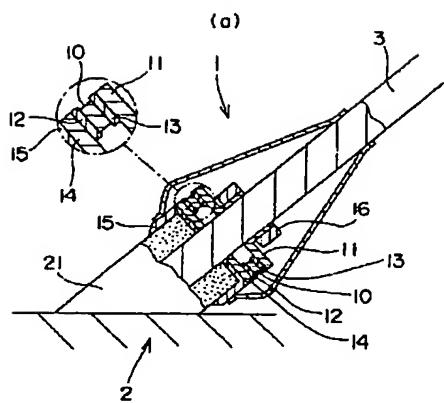
2、5 構造物

3、6 ケーブル

B1 斜張橋

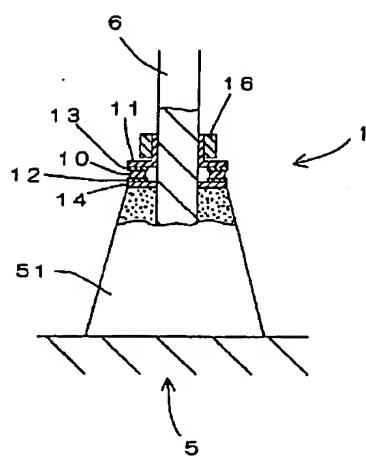
B2 吊り橋

【図1】



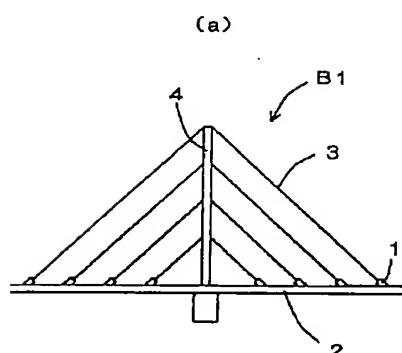
10…制振部材  
2…構造物  
3…ケーブル

【図2】

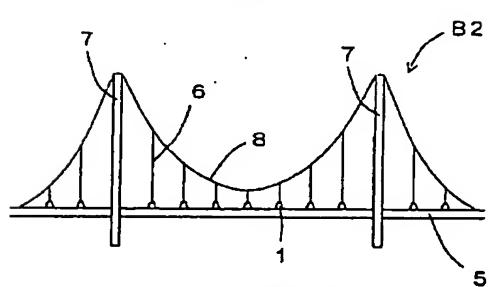


10…制振部材  
5…構造物(橋桁)  
6…ケーブル

【図3】

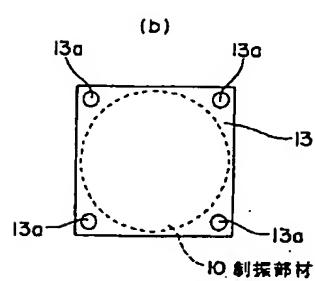
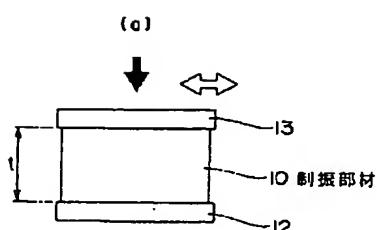


(b)



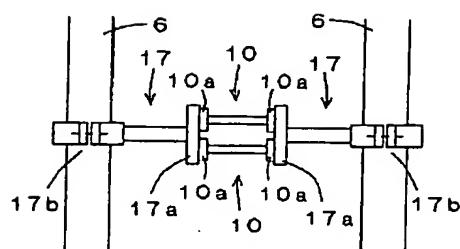
2, 5…構造物(橋桁)  
3…ケーブル

【図5】

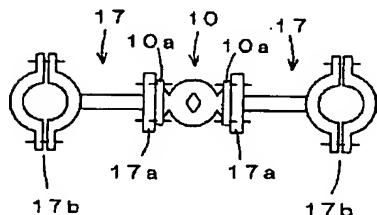


〔図4〕

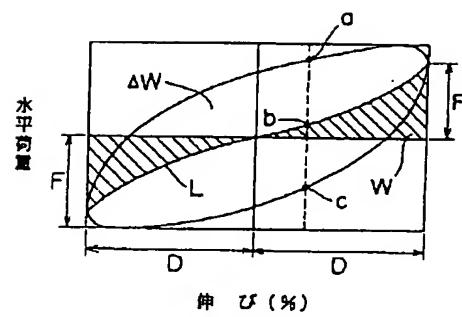
(a)



(b)

10…制限部材  
6…ケーブル

〔図6〕



フロントページの続き

(51)Int.CI.®

F 16 F 15/04

識別記号

府内整理番号

8919-3J

F I

F 16 F 15/04

技術表示箇所

J

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第3部門第3区分

【発行日】平成13年3月13日(2001.3.13)

【公開番号】特開平10-81787

【公開日】平成10年3月31日(1998.3.31)

【年通号数】公開特許公報10-818

【出願番号】特願平9-184171

【国際特許分類第7版】

C08L 21/00

C08K 3/36

5/54

E01D 1/00

11/00

F16F 15/04

[F1]

C08L 21/00

C08K 3/36

5/54

E01D 1/00

Z

11/00

F16F 15/04

J

【手続補正書】

【提出日】平成12年2月16日(2000.2.1)

6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】構造物をケーブルで支えた構造を有する橋りょうの、上記構造物とケーブルとの間、または複数のケーブルの間に介設されて、ケーブルに発生する振動を減衰するために用いられる制振部材であって、主鎖にC-C結合を有する基材ゴム100重量部に対して、補強剤としてのシリカ40～170重量部と、上記シリカ100重量部あたり4～40重量部の、一般式：

【化1】



〔式中、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>およびR<sup>4</sup>のうちの少なくとも1つはアルコキシ基、またはハロゲン原子を示し、他は同一または異なって水素原子、アルキル基またはアリール基を示す。〕で表されるシラン化合物とを配合したゴム組成物を加硫成形して形成されたことを特徴とする制振

部材。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】すなわちこの発明は、構造物をケーブルで支えた構造を有する橋りょうの、上記構造物とケーブルとの間、または複数のケーブルの間に介設されて、ケーブルに発生する振動を減衰するために用いられる制振部材であって、主鎖にC-C結合を有する基材ゴム100重量部に対して、補強剤としてのシリカ40～170重量部と、上記シリカ100重量部あたり4～40重量部の、前記一般式(1)で表されるシラン化合物とを配合したゴム組成物を加硫成形して形成されたことを特徴とするものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】〔式中、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>およびR<sup>4</sup>のうちの少なくとも1つはアルコキシ基、またはハロゲン原子を示し、他は同一または異なって水素原子、アルキル基またはアリール基を示す。〕で表されるシラン化合物とを配合したゴム組成物の加硫

成形により形成される。上記のうち基材ゴムとしては、主鎖にC-C結合を有する種々のゴムがいずれも使用可能である。具体的には天然ゴム(NR)の他、イソブレンゴム(IIR)、ブタジエンゴム(BR)、ステレン-ブタジエン共重合ゴム(SBR)、エチレン-プロピレン共重合ゴム(EPM)、アクリロニトリル-ブタジエン共重合ゴム(NBR)、ブチルゴム(IIR)などがあげられる。これらはそれぞれ単独で使用される他、2種以上を併用することもできる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正内容】

【0066】表1より、この発明の構成である実施例1、2の制振部材はともに、シリカとシラン化合物とを配合しない従来の制振部材である比較例1～3のものに比べて、比  $h_{e,0}/h_{e,1,0}$  が大きいことから、大振幅の振動に対する減衰能力にすぐれることができた。しかも上記実施例1、2では比  $h_{e,0}/h_{e,1,0}$  が1よりも大きいことから、従来の制振部材では小振幅の振動に対する減衰能力に比べて低下していた、大振幅の振動に対する減衰能力が、実施例1、2の制振部材ではかえって大きくなることもわかった。